ANEXO XIV

REVEGETACIÓN DE PLATAFORMAS CON LA UTILIZACIÓN DE ESPECIES NATIVAS



Revegetación de Plataformas Con la utilización de Especies Nativas

Ensayo de Investigación

Informe Final

Presentado al Departamento de Ambiente

Minera Panamá

Contratista

Nativaes S.A.

Empresa especialista en especies nativas

Panamá, Mayo 2011.

Revegetación de Plataformas con la utilización de Especies Nativas

Introducción

En los trabajos de exploración por parte de Minera Panamá se han abierto cerca de 100 plataformas, las cuales son áreas pequeñas de aproximadamente 900 m^2 , en donde se eliminó la cobertura vegetal para el establecimiento de dichas plataformas. Debido a las condiciones del sitio y el tipo de suelo que ha quedado después de esta operación, muchas de estas plataformas no se han podido revegetar naturalmente y se mantienen deforestadas y erosionadas a pesar de que están rodeadas de bosques.

En los programas de restauración de minas se han utilizado diferentes mecanismos para la recuperación de dichos lugares ya que hay que luchar fuertemente contra las características finales del suelo, ya que resulta ser muy pobre y no ofrece las características apropiadas para el establecimiento de la vegetación. Uno de los mecanismos más ampliamente utilizados es la utilización de especies leguminosas fijadoras de nitrógeno, ya que dichas especies tienen la capacidad de poder fijar el nitrógeno atmosférico y poder crecer en ambientes muy pobres, pero eso no significa que estén necesariamente adaptadas a ese sitio. Además en algunos casos se ha inoculado micorrizas, se ha colocado suelo con material orgánico y en otros se han sembrado una gran cantidad de especies para ver si algunas de ellas logran ser exitosas en el establecimiento del mismo.

A pesar de todos los esfuerzos que se están realizado son muy pocos los casos que se conocen que realmente hayan logrado resultados satisfactorios y que después de mostrar todos sus planteamientos también logren mostrar buenos resultados. Pero, aunque tomáramos las experiencias exitosas y las tratáramos de replicar corremos una gran probabilidad de fracasar, ya que en cada sitio presenta características muy particulares y el éxito de un programa de revegetación en áreas degradadas en general, no depende solamente de las características antes mencionadas sino que además hay que sumarle la adaptabilidad de esas especies al sitio específico.

En nuestra experiencia en restauración de áreas degradadas los puntos más importantes son la selección de la estrategia de restauración y la elección de las especies. Cuando decimos estrategia de restauración nos referimos a los mecanismos ecológicos que queremos desarrollar para que el proceso de restauración natural ocurra sosteniblemente y la elección de las especies correctas es lo que hace posible que estos

procesos ocurran, por lo tanto, si no logramos elegir adecuadamente las especies, el proceso no funcionará.

Descripción del Area:

El área de trabajo que es parte de la concesión de Minera Panamá esta ubicada en la Provincia de Colón, subiendo por Coclé, área de Coclesito y es un área que forma parte de la Cordillera Central de Panamá. Esta es un área sumamente lluviosa, (mayor de 4,000 mm anuales), y montañosa, perteneciente el Bosque Pre Montano Muy Húmedo Tropical.

Las áreas de plataformas están ubicadas en medio del bosque, aproximadamente 100, son áreas deforestadas, pequeñas (cerca de 900 m^2), y en muchas de las cuales el proceso de sucesión natural no se ha podido dar debido a que el suelo se encuentra mayormente erosionado.

Objetivo:

El objetivo principal es lograr revegetar con éxito las plataformas de perforación que se formaron en el proyecto. Lograr revegetar con éxito significa sembrar un conjunto de especies y que no sólo logren sobrevivir, sino que además logren crecer y favorecer el crecimiento de otras plantas de tal forma que se pueda cubrir completamente el área.

Justificación:

Existen actualmente las plataformas de exploración deforestadas y un compromiso adquirido por Minera Panamá para revegetarlas. Esto forma parte del buen manejo y el compromiso que Minera Panamá tiene con el ambiente en todas sus operaciones.

METODOLOGIA

Identificación de las especies:

Se utilizará una mezcla de especies, algunas herbáceas, otras arbustivas y otras arbóreas tanto de crecimiento rápido, intermedio y lento, de tal forma que permitan la formación de la cobertura boscosa en las áreas de las plataformas de la formas mas natural posible pero de una forma mucho más acelerada de lo normal. Para ello se harán recorridos por áreas de plataformas y otras áreas similares para determinar cuales son aquellas especies que muestran mejor crecimiento y que puedan sobrevivir ante estas condiciones.

:Colecta de semillas y material genético: Una vez identificadas las especies se procederá a buscar árboles con semillas o áreas donde haya una buena regeneración natural para estas especies. Estos sitios serán evaluados y marcados con GPS como sitios de fuentes de material genético para futuras colectas. Se utilizará lo que se encuentre por cada una de las especies. Las especies a las que se les pueda colectar semillas se hará preferiblemente este método para facilitar el manejo, pero donde no hayan semillas sino plántulas en regeneración natural se tomarán de esta forma.

Producción y Manejo en el vivero: Las semillas o plántulas se llevarán al vivero en donde recibirán el manejo apropiado, tanto para la germinación como para la aclimatación. Una vez en el vivero pasarán por una serie de pasos propias para la producción forestal pero adaptadas a las condiciones específicas del área. Las plantas serán repicadas y mantenidas por dos semanas en áreas de sombra y posteriormente pasadas al sol en donde pasarán al menos dos semanas más para completar su aclimatación antes de ir a campo. Las plantas que salgan a campo deben tener entre 10 y 15 cm y con un alto nivel de rusticidad y que garantice su sobrevivencia.

Inoculación de micorrizas: Probablemente uno de los factores más críticos para el éxito en el establecimiento de la plantación en campo es el aporte que pueda brindar las micorrizas en el desarrollo de la planta. Para lograr esto hay que inocular micorrizas específicas de los árboles adultos a las plantas jóvenes a nivel de vivero. Para esto se procederá con la colecta de suelo y raíces de árboles madres de cada una de las especies, se colocarán en camas de germinación y se pondrán a germinar las semillas o se colocarán las plántulas colectadas de campo. Posterior a eso se realizará el repique a los tubetes.

Plantación y Evaluación en Campo: Cuando los plantones de todas las especies tengan el tamaño adecuado se procederá a realizar la plantación en campo. Existen

actualmente 100 plataformas con un tamaño aproximado de 900 m^2, para los cuales se necesitará un aproximado de 10,000 plantas.

Estrategia de Restauración

Para establecer la restauración en las plataformas estamos tomando en cuenta varias características de las plantas y que lleven a cabo diferentes funciones de tal forma que podamos iniciar un ciclo ecológico en los sitios en donde reforestamos.



Como lo presenta el diagrama, estamos escogiendo cuatro tipos de plantas para establecer nuestra estrategia de restauración. En primer lugar, hemos escogido especies herbáceas, tipo rastreras de hoja ancha y no tipo graminioide. Estas especies al crecer sobre el suelo tiene la capacidad de retener materia orgánica evitando la erosión, retienen también semillas provenientes de los bosques alrededor, lo que facilita la regeneración de otras especies que no han sido sembrada. Por último, estas especies tienen ciclos de producción de frutos muy cortos, y se pueden tener frutos casi permanentemente, lo que funciona para atraer aves y facilitar la regeneración natural.

Especies Arbustivas de Crecimiento Rápido. Por ser especies arbustivas llegan a la madurez rápidamente y al mismo tiempo producen semillas, en menos de un año, ya están produciendo dichas semillas. Además son plantas que generalmente las aves las utilizan como percheros o para descansar, lo que facilita también la regeneración natural.

Especies Pioneras de Crecimiento Rápido: A diferencia de muchos autores quienes apuestan a la utilización de leguminosas fijadoras de nitrógeno para colonizar áreas nosotros utilizamos Pioneras de Crecimiento Rápido. La razón por la cual utilizamos estas especies es porque esto es lo que observamos en la naturaleza. Generalmente en los sitios que han sido degradados, donde ha habido cortes o rellenos de tierra No son las leguminosas quienes llegan primero en estos lugares, sino las pioneras, que son capaces de crecer en las peores condiciones. Lo que esperamos es que estas especies puedan crecer rápidamente y puedan crear condiciones microclimáticas en el sitio y que faciliten el establecimiento de otras especies que llegan naturalmente al sitio.

Especies de Bosques Maduros: Estas son especies de crecimiento un poco más lento que las Pioneras, pero son de vida más larga y le permiten mayor estructura y estabilidad a las plataformas, ya que las pioneras generalmente viven menos de 10 años.

RESULTADOS

IDENTIFICACION DE ESPECIES

Se realizaron varios recorridos por diferentes áreas dentro del área de concesión de Minera Panamá para buscar sitios parecidos a los que presentan las plataformas, se visitó el área de Botijas (camino hacia la plataforma 16), y Valle Grande. Se pudo observar dos tipos de especies que regeneran naturalmente en éstas áreas donde se ha removido tanto la vegetación como la parte superior del suelo, un grupo de especies de crecimiento rápido, las que generalmente crecen formando zonas monoespecíficas de vegetación y otras especies se presentan en menor número, su crecimiento es lento, pero son muy consistentes en cuanto a que están presenten en una gran cantidad de lugares.

Además existe otro grupo de especies asociadas a las primeras y que van llegando poco a poco en la medida de que van cambiando las condiciones microambientales y van completando el juego completo de especies que se establecen en dichos lugares.

Haciendo un análisis sobre el tipo de especies que llegan a cada lugar y como se va desarrollando la ecología hemos clasificado las especies en cuatro tipos:

a) Pioneras de Crecimiento Rápido
b) Pioneras de Crecimiento Lento
c) Arbustivas (principalmente dispersada por aves)
d) Herbáceas (también dispersadas por aves)

La composición y especies de cada uno de estos grupos son los siguientes:

a) Pioneras de Crecimiento rápido: Se han identificado al menos 8 especies pioneras de crecimiento rápido (pueden crecer más de 3.5 mts por año durante los dos primeros años y con alto potencial para colonización de sitos). Estas especies son *Trichospermun galleotti, Hampea appendiculata, Cespedesia spathulata, Croton billbergianus, Cecropia sp,. Ochoterenaea colombiana, Trema micrantha y Ochroma pyramidale*. La especie mas abundante en el sitio es *T. galleotti*, seguida de *Cecropia sp*. y en menores proporciones aunque se encuentran con facilidad *O. pyramidale* y *Ochoterenaea colombiana.* Estas especies a pesar de tener una tasa de crecimiento excelente son especies de vida

entre corta a intermedia, generalmente viven alrededor de 10 años, pero han creado las condiciones para el establecimiento de otras nuevas especies.

b) Pioneras de Crecimiento intermedio: Se han identificado al menos unas 5 especies Pioneras de Crecimiento intermedio (2-3 mts anuales por lo menos por 5 años) Entre estas especies se encuentran: *"Vochysia ferriginea", V. guatemalensis, Apeiba membranacea, Clusia sp, Ficus sp* y una especie de Rubiaceae. Estas son especies mucho más longevas que las del grupo anterior, generalmente viven más de 50 años y son especies típicas del bosque de la zona que presenta mayor madurez.

c) Arbustivas: Se han logrado identificar varias especies de melastomatáceas arbustivas que producen semillas que son comidas por aves, entre ellas *Aciotis rubricaulis* y otras especie de rubiácea arbustiva con las mismas características y una *Phytolaca sp*. Con estas especies, además de producir frutos para las aves en el corto plazo también crean condiciones microclimáticas (un poco de sombra) lo que le facilita al establecimiento sobre todo de las especies arbóreas no pioneras.

d) Herbáceas: Dentro de las herbáceas se encuentra *Coccocypselum hirsutum*, la cual presenta un crecimiento bastante aceptable. Una de las principales características para esta especies es que la utilizaremos como retenedora de materia orgánica y especie trampa para la aceleración de la restauración proporcionada por el bosque, ya que posee frutos (ya desde el vivero) y que son muy atractivos para las aves, lo que nos va a permitir que las aves visiten con frecuencia estos sitios y a la vez traigan otro tipo de semillas del bosque.

COLECTA DE SEMILLAS Y MATERIAL GENETICO

Uno de los puntos críticos de esta investigación fue la consecución de material genético, ya sea por semillas o plántulas. Como hemos mencionado anteriormente, por ser ésta una zona lluviosa existe una regeneración natural relativamente alta, por lo que esta opción es muy viable. El período comprendido entre septiembre y noviembre es una buena época para la colecta de plántulas de muchas especies, sin embargo, entre los meses de diciembre hasta mayo la colecta de plántulas es muy baja ya que la regeneración natural casi no se da debido a la estación seca, aunque siempre llueve un poco. Sin embargo, esta época comprendida entre febrero hasta prácticamente junio es una buena época para la colecta de semillas.

Entre las especies y la forma de cómo hemos colectado semillas o plántulas tenemos:

Cococypselum hirsutum: Se colectaron algunos individuos adultos en el área de Botijas (menos de 20 individuos) como fuente de material madre y el resto (cerca de 900) se ha reproducido asexualmente en el vivero. Esto confiere una ventaja, ya que al estar reproduciendo asexualmente esta especie se están reproduciendo tejidos maduros lo que confiere una producción de frutas y semillas aún estando en el vivero. Aunque genéticamente no es una buena estrategia repoblar con plantas producidas por reproducción asexual ya que se pierde la variabilidad genética, en este caso Sí lo hacemos ya que esta no es una especie muy colonizadora y su función más importante es inducir a la regeneración natural a través de la producción de sus frutos que atraen a una cantidad considerable de aves.

Aciotis rubricaulis. Se ha producido de regeneración natural, es decir, se toman plántulas de áreas donde regeneran naturalmente en lugares un poco inclinados y con sombra a ciertas horas del día. Estas plántulas son manejadas con cuidado para evitar la desecación en campo y trasladadas al vivero para su repique. A pesar de que esta especie se puede sembrar por semillas, es un proceso complicado y lento, ya que las semillas son muy pequeñas y las plántulas cuando germinan también son muy pequeñas (menos de 0.5 mm), sin embargo, de regeneración natural se pueden obtener algunos cientos con relativamente poco esfuerzo.

Rubiaceae arbustiva: Esta especie esta regenerando muy bien en el área de Botijas, y en Valle Grande donde se ha quitado la capa superior de tierra. Al igual que *Aciotis rubricaulis*, es mejor obtenerlo de plántulas en campo por las mismas razones, las semillas y las plántulas son muy pequeñas.

Trichospermun galleotti: Se han colectado semillas, sobre todo alrededor del Campamento de Colina. Esta especie ha dado ciertos problemas para la germinación. A pesar de que se han sembrado más de 5,000 semillas, se cuentan con menos de 300 plántulas para enviar a campo, la regeneración en campo es medianamente abundante aunque no para producir grandes cantidades. En el caso de esta especie, hay que tratar de buscar la manera de crear tratamientos pregerminativos que permitan incrementar la germinación.

Apeiba mambranacea: Se colectaron semillas de árboles alrededor del Vivero y del Campamento de MPSA. Esta especie empezó a soltar frutos a inicios del mes de diciembre por lo que se procedió a la colecta de las semillas en esa época. A diferencia

con otras especies, en esta, no se puede contar con regeneración natural ya que los frutos no lo permiten, por lo que obligatoriamente hay que colectar las semillas.

Vochysia ferruginea: Se colectaron plántulas procedentes de la regeneración natural del área de Valle Grande, en los alrededores del Campamento de Colina y de Botijas, cerca de la plataforma 16. La colecta de esta especie es mas viable a través de las plántulas y no de semillas, sin embargo, las plántulas deben ser pequeñas, cuando apenas tienen el primer par de hojas verdaderas.

V. guatemalensis: Se colectaron plántulas del Camino de Botijas, entre 75 y 200 mts del inicio. La producción de esta especie en campo fue menor que *V. ferruginea*, sin embargo, la sobrevivencia de esta especie es mayor del 90%.

Cecropia sp., Ficus sp: y Clusia sp: Generalmente estas especies se encuentran regenerando juntas ya que son dispersadas por el mismo tipo de aves y aparentemente visitan los mismos lugares. De estas especies se pueden encontrar en casi cualquier lugar donde se esta iniciando la regeneración, donde se ha removido o depositado tierra. Algunos de los lugares donde hemos colectado estas especies son en Valle Grande, alrededor del Vivero, en Botijas, pero siempre en sitios descubiertos.

Ochoterenaea sp: Se colectaron individuos del área de Valle Grande y de Botijas, a inicio del camino. No se han podido producir plántulas de esta especie.

Croton billbergianus: Se recolectaron plántulas detrás de los laboratorios de geología en Colina. Es una especies que presenta muy buena regeneración natural y se pueden sacar fácilmente. Hemos notado que su mejor regeneración se da cuando se limpia el sotobosque pero se dejan los árboles grandes, éstos son lugares con sombra parcial pero no hay tanta competencia en el sotobosque.

PRODUCCION Y MANEJO EN VIVERO

Las especies que se han identificado, con excepción de V. guatemalensis, el resto de las especies no cuenta con ningún tipo de conocimiento en cuanto a su manejo silvicultural, es decir, no sabíamos de antemano como era su germinación o su manejo.

El sistema que utilizamos para la reproducción de las especies en el vivero es un sistema de raíz diriguida, utilizado para la producción forestal a gran escala y que requiere ciertas condiciones para su manejo.

El tipo de manejo que reciben las plantas es un sistema que desarrolla la Empresa Nativaes S.A. en donde pasan las plantas por un proceso de aclimatación y adaptabilidad ante condiciones de luz y humedad, de tal forma que las plantas inician un

proceso, cuando recién ingresan al vivero, con mucha sombra y agua para facilidad su establecimiento y posteriormente cada planta o grupo de plantas se va sometiendo ante diferentes condiciones de luz, cada vez superiores a la actual y bajando los niveles de irrigación, de tal manera que la planta se adapte completamente a vivir expuesta al sol y con muy poca cantidad de agua, que es la condición final en la que se van a sembrar en la plataformas.

En el vivero se logró producir un poco más de 8,000 plantas de por lo menos 15 especies diferentes del sitio, y cuyo proceso para cada especie se detalla de la siguiente manera:

- *Vochysia ferruginea*: Se logró producir casi 500 individuos. Cabe señalar que esta especie ha sufrido una mortalidad altísima, de mas del 90%, ya que inicialmente se lograron colectar en campo casi 5,000 plántulas. Los niveles altos de mortalidad para esta especie no son nuevos, en experiencias anteriores con la misma especie hemos encontrado resultados similares. A pesar de todo y con un mejoramiento en el manejo se ha logrado disminuir drásticamente los niveles de mortalidad a menos del 20 %. Entre las modificaciones que se han hecho para lograr mejorar este porcentaje se han establecido criterios de recolección de las plántulas en campo, lo recomendable son las mas jóvenes y que tengan el primer par de hojas verdaderas. Posteriormente esta especie necesita estar a niveles de luz de entre 35 y 40% por lo menos por tres semanas y posteriormente pasarlas a un nivel superior de luz de entre 50 y 65 aunque no demuestren crecimiento en la condición anterior, ya que si no se hace el cambio a las tres semanas empiezan a morir. La exposición a la humedad parece ser crítico, ya que a ésta especie no le gustan niveles altos de humedad en el vivero, se empiezan a llenar de hongos y se mueren. Prefieres niveles de sequedad o sequía sus plántulas. Todavía nos encontramos en la etapa de manejo para esta especie ya que hacen falta detalles por ajustar. Con todos estos detalles, esta especie puede estar entre 5-7 meses en vivero.
- *Vochysia guatemalensis*: Se logró producir cerca de 600 individuos. Esta especie se puede manejar mucho mejor que *V. ferruginea*, su sobrevivencia es superior al 90%, tiene muy buena adaptabilidad y su crecimiento en campo es mejor. Su crecimiento en vivero es muy bueno, necesita un poco

de sombra al inicio, menos de un mes y se puede exponer a la luz directa después de 30 días de estar en vivero. A pesar de que es una especie que se maneja muchísimo mejor en vivero que V. ferruginea, ésta especie es mas rara en campo y hay menos árboles productores de semillas, por lo que habría que intensificar los esfuerzos por conseguir mas árboles adultos en campo.

- *Apeiba membranacea:* Se colectaron los frutos y se extrajeron las semillas. Se produjo cerca de 800 plántulas. Las semillas se hicieron germinar fuera del área del vivero, en otro vivero de la empresa Nativaes en Azuero, en donde con el calor del sitio y una combinación con humedad se logró el 100% de germinación. En condiciones naturales, menos del 1% de todas las semillas se llegan a convertir en árboles. Si se les eliminan los riesgos de depredación de insectos y se controla bajo las condiciones de humedad del sitio se puede lograr germinación de hasta un 60% en un período prolongado de 3 meses, sin embargo, la metodología utilizada que fue colocarlas en una bolsa plástica (tipo ziplock), con material vegetal húmedo dentro y exponerlas al sol permanentemente se produjo el 100% de germinación en menos de 2 semanas.
- *Trichospermun galleotti*. Se produjeron cerca de 500 plantones pero con más de 5,000 semillas en proceso de germinación. Al igual que *la A. membranacea*, las semillas de *T. galleotti* han sido trasladadas a otro vivero en donde se están germinando, debido a que los altos niveles de humedad no facilita o hace muy baja la germinación de estas pioneras que necesitan mucho calor para el proceso de germinación.
- *Coccocypselum hirsutum* (Rubiacea herbacea): Se produjo cerca de 1,200 individuos. Su reproducción ha sido a través de material vegetal dentro del mismo vivero. Se colectaron cerca de 20 plantas madres y el resto se ha reproducido asexualmente en el vivero. Responde muy bien a la reproducción por estaquitas, y la gran ventaja es que, al hacer la reproducción por éste métodos, esta especie logra producir flores y frutos en el vivero, estando muy pequeña.
- *Aciotis rubricaulis* (Melastomataceae arbustiva): Se produjo 1, 500 plantas. Esta especie también se encuentran regenerando naturalmente. En áreas cercanas al vivero se pueden conseguir, sobre todo en áreas que son un poco

inclinadas. Esta es otra de las especies que algunos de los individuos están produciendo frutas en el vivero.

- *Clusia sp, Ficus sp., Cecropia sp.*, de estas especies se produjeron con 920 plantas. Estas especies siempre se encuentran regenerando juntas. Las semillas de estas especies son generalmente de entre 1 y 2 mm, por lo que son muy pequeñas, los árboles (con excepción de la Cecropia) superan los 25 mts de altura y son dispersadas por aves, lo que hace prácticamente imposible la colecta de semillas. Sin embargo, en las áreas en donde se han hecho trabajos de movimiento de tierra recientes son colonizadas rápidamente por dichas especies.
- *Hampea appendiculata*: Se lograron recolectar de campo 672 individuos, presenta una muy buena aclimatación a las condiciones del vivero, su sobrevivencia fue muy buena y ha presentado un buen crecimiento. Esta especie no necesita mucho tiempo en vivero, 2 semanas en sombra mayor a 60%, dos semanas más en sombra de alrededor de 40% y posteriormente se pueden sacar al sol en tan solo un mes.
- *Croton billbergianus*: Es una especies que se adapta bastante bien cuando se trae de campo, las plántulas deben recibir todos los cuidados sobre todo de controlarles la humedad, y lo que fue importante para esta especies es que se les cortaron todas las hojas a las plántulas y después produjeron sus hojar nuevas. Esta es una especie que demora alrededor de 1 mes en condiciones de sombra, más de 70%, aproximadamente 3 semanas en sombra de menos de 40% y aproximadamente en dos meses pueden salir a campo.

La siguiente tabla muestra las especies y cantidades de plantas producidas en el vivero..

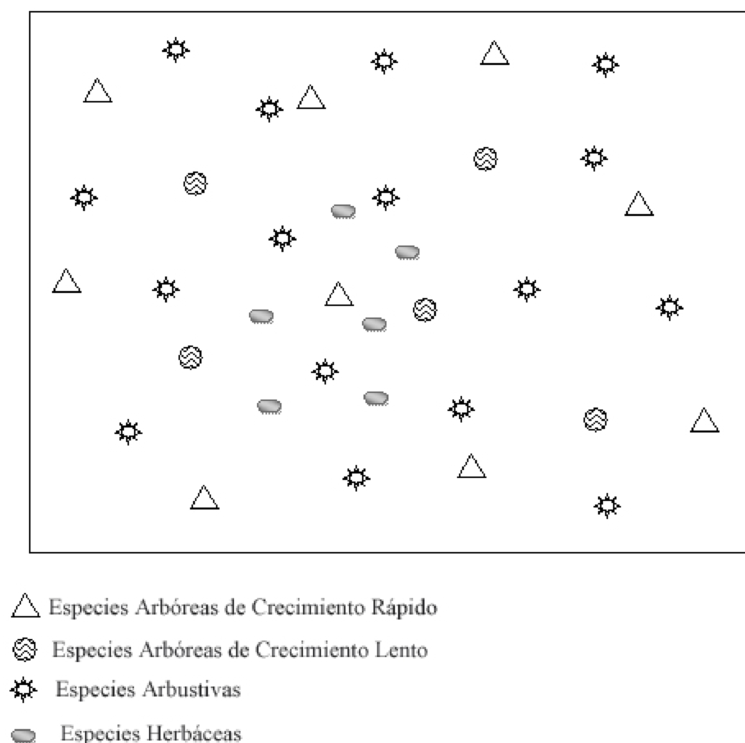
Cantidades de Plántulas producidas en Vivero	
Especie	Cantidad
Vochysia ferruginea	466
Vochysia guatemalensis	608
Apeiba membranacea	787
Trichospermun galleotti	249

Coccocypselum hirsutum	1,500
Aciotis rubricaulis	2,100
Clusia sp/Ficus sp	723
Hampea apendiculata	672
Cecropia sp	306
Rubiaceae arbórea	384
Croton bilbergianus	754
Rubiaceae arbustiva	698
Total	**9,247**

REVEGETACION EN LAS PLATAFORMAS

Siembra de Prueba: Debido a que muchas de las plataformas se encuentran distantes del campamento y su acceso es sólo por helicóptero, lo que resulta un poco costoso, se decidió realizar unas pruebas de siembra a las plataformas a las cuales se llegaba por vía terrestre, para definir bien la metodología, los procedimientos de transporte, siembra y la efectividad de sobrevivencia de los mismos. Se inició sembrando en plataformas alrededor del campamento, cerca del Heliflight y detrás de los laboratorios de geología en Colina.

Diseño utilizado: El diseño que se utilizó fue el siguiente:



En este diseño se puede ver la distribución de cada uno de los tipos de especies y se distribuyen de la siguiente manera:

Primero: Se distribuyen de forma aleatoria las especies de árboles de crecimiento rápido de tal forma que ocupen la mayor área posible.

Segundo: Se distribuyen las especies de crecimiento lento en los espacios más abiertos.

Tercero: Se distribuyen las especies arbustivas de tal forma que vayan rellenando todos los espacios. Aquí no importa si queda un individuo al lado de otro de la misma especie.

Cuarto: Se distribuyen las especies herbáceas principalmente hacia el centro de la plataforma.

Seguidamente se habrían huecos de aproximadamente un pie de profundidad por medio pie de ancho. Simultáneamente a la apertura de los hoyos parte del personal iba al bosque a tomar tierra de la parte superior, se recogía con cubos y se rellenaban los huecos con el suelo del bosque.

Localidades: Se han sembrado en cuatro localidades diferentes, las áreas cercanas al campamento, Brazo, Valle Grande y Petaquilla.

a) Areas cercanas al Campamento: El área alrededor de las plataformas es de bosques secundarios tardíos, las plataformas se encuentran sin vegetación, están completamente limpias, como se hicieron, y las mismas tienen alrededor de un año. En estos sitios todavía no había establecimiento de vegetación natural. Se revegetaron 15 plataformas pero todavía se está en la confirmación de los números de plataformas ya que la información no fue suficiente. Se han sembrado un promedio de 650 plantas, aproximadamente 40-50 por plataforma.

b) Brazo: El Area de Brazo es un Area de Bosques Maduros, las plataformas a pesar de que muchas tenían mas de 1.5 años no se encontraban con revegetación natural, indicando la poca capacidad que tienen los bosques maduros de recuperar áreas. En esta zona se sembraron 25 plataformas con un total de 874 plantas distribuidas de la siguiente manera:

Cantidad de Plantas por Especie sembradas en Brazo	
Especies	Cantidad
Apeiba membranacea	55
Cecropia sp.	77
Clusia sp.	86
Cococypselum hirsutum	122
Ficus sp	45
Hampea appendiculata	29
Inga sp.	6

Aciotis rubricaulis	24
Vochysia ferruginea	69
Vochysia guatemalensis	133
Rubiaceae (arbórea)	8
total	**874**

c) Valle Grande: El área de Valle Grande es un área muy perturbada debido a los trabajos que se han realizado en los últimos años y cuya vegetación es muy de tipo secundaria temprana, existen muchas especies pioneras en este sitio, además muchas de las plataformas se encuentran en áreas bajas y no tanto en la cima de algunos cerros. Estas condiciones han hecho de que en Valle Grande muchas de las plataformas se encuentran regeneradas naturalmente con una vegetación muy tupida y que generalmente supera los 2 mts de altura. En esta área se revegetaron 13 plataformas, se utilizó un total de 238 plantas distribuidos de la siguiente manera:

Cantidad de Plantas por Especie sembradas en Valle Grande	
Especies	Cantidad
Apeiba membranacea	25
Cecropia sp.	30
Clusia sp.	31
Cococypselum hirsutum	35
Ficus sp	23
Hampea appendiculata	5
Aciotis rubricaulis	51
Vochysia ferruginea	12
Vochysia guatemalensis	26
total	**238**

d) Petaquilla: El área de Petaquilla es de un bosque secundario tardío y las plataformas se encuentran generalmente en puntos más altos. Se pueden encontrar plataformas que han revegetado naturalmente aunque con menor

frecuencia que en Valle Grande. Es un punto intermedio, en cuanto a revegetación entre Valle Grande y Brazo. Esta área se está revegetando actualmente, se han sembrado por ahora 8 plataformas con un total de 118 plantas distribuidas de la siguiente manera:

Cantidad de Plantas por Especie sembradas en Petaquilla	
Especies	Cantidad
Apeiba membranacea	18
Cecropia sp.	8
Clusia sp.	7
Cococypselum hirsutum	16
Croton billbergianus	9
Ficus sp	2
Hampea appendiculata	5
Aciotis rubricaulis	34
Vochysia ferruginea	
Vochysia guatemalensis	19
total	**118**

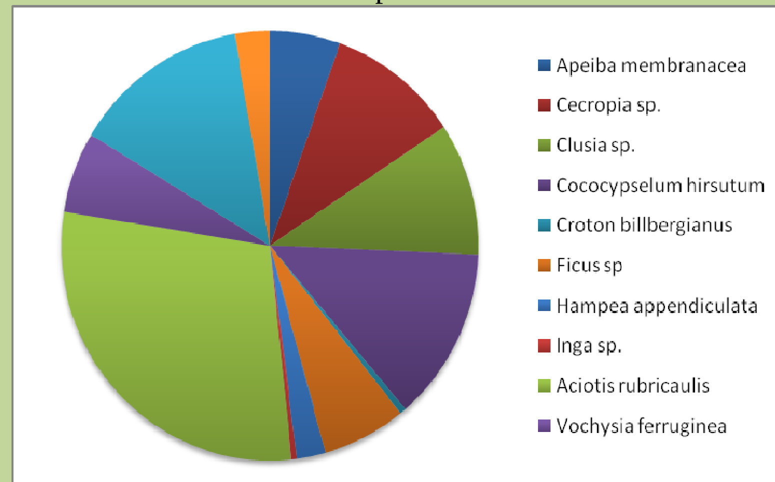
A continuación se presenta un resumen de la cantidad de plantas que se han sembrado en total por especies. En las siguientes plataformas se incorporarán otras especies ya que no todas estaban listas desde el principio y ahora hay algunas especies más.

Total de Plantas Sembradas por Especie

Cantidad total de Plantas por Especie	
Especies	Cantidad
Apeiba membranacea	103
Cecropia sp.	193
Clusia sp.	188
Cococypselum hirsutum	247
Croton billbergianus	9
Ficus sp	122
Hampea appendiculata	42

Inga sp.	8
Aciotis rubricaulis	550
Vochysia ferruginea	115
Vochysia guatemalensis	258
Rubiaceae (arbórea)	51
total	**1886**

Gráfica con la Cantidad de Plantas que se han sembrado por Especies



Hasta la fecha, las cantidades por las diferentes especies ha dependido de dos factores, su hábito de crecimiento y la disponibilidad ya sea de semillas o plántulas en la época en que se reprodujeron.

En relación al tipo de hábito de crecimiento, se han incluido una mayor cantidad de arbustos que de arboles (*A. rubricaulis*, es la especie mayormente sembrada), debido a que los arbustos interactúan mejor con los árboles para formar estratos altitudinales.

A continuación se presenta una tabla con las plataformas, las fechas en que fueron sembradas, coordenadas, número de pozo y la cantidad de plantas que hemos sembrado en cada una. En algunas ocasiones no hemos podido determinar el número de plataforma o de pozo ya que se encuentran borrados, sin embargo, hemos tomado las coordenadas y se está coordinando con el departamento de geología para obtener la numeración correcta de cada una de las plataformas sembradas.

Tabla General de Cantidades por Plataforma

Fecha siembra	# plataforma	sitio	c_norte	c_oeste	# pozo	# plantas
25-abr-11	BRP-06	Brazo	539696	974075	BR09174	45
25-abr-11	BRP-22	Brazo	539626	973976	BR10003	45
19-abr-11	BRP-02	Brazo	540104	974220	BR09163	35
17-abr-11	BRP-03	Brazo	540089	974098	BR09168	35
17-abr-11	BRP-04	Brazo	540108	974012	BR09173	35
24-abr-11	BRP-05	Brazo	539711	974206	BR09176	41
21-abr-11	BRP-10	Brazo	539896	974295	BR10001	35
19-abr-11	BRP-11	Brazo	539993	974360	BR09182	22
19-abr-11	BRP-13	Brazo	540099	974327	BR09180	35
18-abr-11	BRP-14	Brazo	540100	973922	BR09178	35
18-abr-11	BRP-15	Brazo	540212	974122	BR09184	40
17-abr-11	BRP-16	Brazo	540202	973996	BR09175	35
18-abr-11	BRP-17	Brazo	540291	974102	BR09181	40
17-abr-11	BRP-18	Brazo	540298	973995	BR10006	37
17-abr-11	BRP-19	Brazo	540302	973903	BR10002	37
18-abr-11	BRP-20	Brazo	540200	973900	BR10008	35
24-abr-11	BRP-21	Brazo	539680	974311	BR10017	41
21-abr-11	BRP-24	Brazo	539987	973858	BR10007	32
18-abr-11	BRP-25	Brazo	539900	974300	BR10010	35
17-abr-11	BRP-26	Brazo	540305	973780	BR10001	37
18-abr-11	BRP-27	Brazo	540309	974203	BR10013	40
20-abr-11	BRP-28	Brazo	540106	974429	BR10014	22
20-abr-11	BRP-29	Brazo				29
21-abr-11	BRP-30	Brazo	539903	974398	BR10015	33
20-abr-11	BRP-34	Brazo	539988	974442	BR10016	18
23-mar-11	Desc. 1	Heliflight				
15-abr-11	Desc. 10	S.planta				45
15-abr-11	Desc. 11	S. planta				37
23-mar-11	Desc. 2	Heliflight				
23-mar-11	Desc. 3	Colina	537586	976161	M10026	62
23-mar-11	Desc. 4	Colina	537575	976194		43

25-mar-11	Desc. 5	Colina			M10053	53
26-mar-11	Desc. 6	Colina			M10029	61
26-mar-11	Desc. 7	Colina				57
29-mar-11	Desc. 8	Colina				60
29-mar-11	Desc. 9	Colina				58
26-mar-11	M10-01	Colina			M10051	57
25-mar-11	M10-04	Colina			M10031	50
25-mar-11	M10-05	Colina			M10050	55
23-mar-11	M10-09	Colina	537575	976194	M10-09	
08-may-11	P07076	Petaquilla			P07076	16
06-may-11	P08042	Petaquilla			P09063	18
08-may-11	P09040	Petaquilla	533598	976837	P09040	17
06-may-11	P09052	Petaquilla	534086	976563	P09052	18
08-may-11	P09056	Petaquilla			P09056	15
06-may-11	P09068	Petaquilla			P09068	18
08-may-11	P1146	Petaquilla	533791	976703	P08027	16
06-may-11	SN	Petaquilla			SN	18
02-may-11	VG07096	V. grande			VG07096	25
02-may-11	VG07099	V. grande			VG07099	20
28-abr-11	VG09020	V. grande	535780	975131	VG09020	16
02-may-11	VG09066	V. grande			VG09066	25
02-may-11	VG09081	V. grande			VG09081	25
03-may-11	VG09085	V. grande	0534677	0975016	VG09085	22
02-may-11	VG09089	V. grande			VG09089	
03-may-11	VG09092	V. grande	0534622	0975142	VG09092	20
03-may-11	VG09094	V. grande	0534751	0975256	VG09094	20
02-may-11	VG09102	V. grande			VG09102	20
28-abr-11	VG09107	V. grande	535606	975205	VG09107	25
03-may-11	VG09109	V. grande	0534829	0975214	VG09109	20
02-may-11	VG09131	V. grande			VG09131	

*La cantidad de plantas en cada parcela depende del área disponible, es decir, tamaño de la plataforma, o si se encuentra con algunas plantas de revegetación sólo se siembran las cantidades que se consideren. En algunas otras ocasiones ha habido algunos deslizamientos tanto en la parte superior como en la parte baja por lo que no queda mucho espacio para plantar.

Anexo I. *Selección de Especies*

El primer paso de nuestra investigación fue realizar inventarios de aquellas especies que crecían naturalmente en sitios en donde fue removida tanto la vegetación como la parte superior del suelo.

Una de las especies que mejor crece en estas condiciones es *Vochysia ferruginea*, tal como lo muestran las siguientes fotos en donde se puede observar la regeneración natural de esta especie.



Otras de las especies que muestran una gran agresividad en cuanto a la colonización rápida de zonas deforestadas son *Aciotis rubricaulis* (izquierda) y *Trichospermun galleotti* (derecha). *A. rubricaulis* es un arbusto de hasta 1.8 mts de altura, sin embargo *T. galleotti* puede alcanzar hasta los 20 mts en menos de 4 años.





Anexo II. *Vivero*

El vivero de revegetación de Minera Panamá ubicado en el Campamento de MPSA es un vivero adaptado para el manejo de las especies forestales. Las plantas aquí están durante 4-6 meses y está estructurado para que las especies se vayan adaptando a diferentes condiciones de luz.

En las siguientes fotos se puede observar las diferencias de luz dentro del mismo vivero, esto es parte de las condiciones para el manejo de todas las especies.





El vivero también cuenta con una sección que está localizada al aire libre, sin ningún tipo de sombra con iluminación directa del sol. Esta es la última etapa por la que tienen que pasar todas las especies que se manejan en el vivero antes de llevarlas al campo.





Anexo III. *Reproducción de Especies-Germinación*

La reproducción de las especies en el vivero la hacemos a través de dos vías (semillas o plántulas) dependiendo cual sea la más accesible en determinado momento o para alguna especie en particular.

En las siguientes fotos tenemos una semilla de *Trichospermun galleotti*. A la izquierda semilla germinada en el vivero y a la derecha plántula obtenida de regeneración natural en el bosque.





A pesar de que por ahora la regeneración del bosque ha sido el método más práctico para nuestra producción, presenta grandes inconvenientes, sobre todo por volumen cuando tengamos que producir muchas más plantas de ésta especie, por lo que se continúa trabajando por mejorar la germinación ya que existen muchas semillas en el área.

Plántulas germinadas de V. ferruginea (izquierda) y una especies de la Familia Rubiaceae (derecha).





Se ha mejorado y estandarizado el manejo de éstas especies las cuales fueron difíciles al inicio de nuestras investigaciones.

Anexo IV. *Manejo de Especies-Crecimiento en Tubetes*

Uno de los aspectos más importantes que estamos desarrollando no son solamente la germinación de las especies o el manejo de las mismas, sino la adaptabilidad de estas especies a un sistema de producción masiva, que es el manejo en tubetes o sistema de raíz dirigida. A la izquierda tubete de *V. ferruginea* y a la derecha tubete de *Aciotis rubricaulis*.







En especies como *C. hirsutun* hemos logrado producción de frutos por parte de las plantas en el vivero, lo que acelera el proceso de restauración natural una vez sean sembradas en campo.

Dentro de los mismos tubetes hemos iniciado las combinaciones de las especies para ir creando las relaciones entre las especies. En este caso tenemos un tubete combinado entre *A. rubricaulis* y *Clusia sp.*



Anexo IV. *Manejo de Especies-Desarrollo Radicular*



A pesar de ser las primeras experiencias con sistema de raíz dirigida para estas especies se han logrado buenos resultados. Esta es una de las evaluaciones que se hacen para cada planta antes de ser enviadas a campo.

Plantón de *Apeiba membranacea* listo para salir al campo.



A la izquierda tenemos un plantón de *Cecropia sp.* Y a la derecha uno de *C. hirsutum*



Anexo V. *Plantación en Campo*

Fotos de Plataformas. Muchas de las plataformas se encuentran completamente sin vegetación, a pesar de que se habían hecho hace más de 1.5 años.







A muchas de las plataformas hay que hacerles algunos trabajos de drenaje o control de erosión antes de revegetarlas.



Anexo V. *Plantación en Campo*

Hueco: Los huecos son de aproximadamente ½ pie de ancho por 1 pie de profundidad (izquierda). Simultáneamente a la apertura de los hueco se busca tierra con materia orgánica en el bosque o en los alrededores donde la tierra es mejor (derecha)







Los huecos se rellenan con la tierra que es traída del bosque.



Finalmente las plantas son sembradas quedando sus raíces cubiertas con tierra del bosque.



